

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-258812
(43)Date of publication of application : 03.10.1997

(51)Int.Cl. G05B 19/18
B23Q 15/22
G05B 19/4155

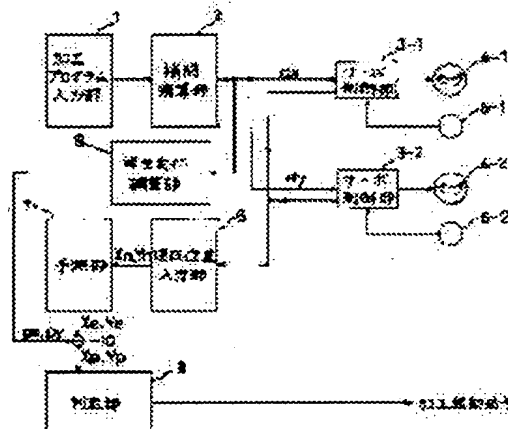
(21)Application number : 08-069845 (71)Applicant : NEC CORP
(22)Date of filing : 26.03.1996 (72)Inventor : SAKAGUCHI YOSHIFUMI

(54) NUMERICAL CONTROLLER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enhance work precision, to enable high-speed working and to improve productivity by obtaining a correct prediction position even as against the rapid change of speed with the change of a work route.

SOLUTION: A speed change adjusting part 9 and an adding part 10 are provided. Movement commands dx and dy are given from an interpolation arithmetic part 2 to the speed change adjusting part 9. Adjustment values px and py calculated by the speed change adjusting part 9 are given to the adding part 10. Movement positions X_e and Y_e predicted by a predicting part 7 are given to the adding part 10. Additional results $X_p(X_p=X_e \text{ and } px)$ and $Y_p(Y_p=Y_e \text{ and } py)$ in the adding part 10 are given to a judging part 8 as prediction positions. The judging part 8 outputs a work start signal at the point of time when the prediction positions X_p and Y_p from the adding part 10 reach a target position.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.03.1996
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number] 2795255
[Date of registration] 26.06.1998
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-258812

(43) 公開日 平成9年(1997)10月3日

| (51) Int.Cl. ⁶ | 識別記号 | 片内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|---------------------------|------|--------|---------------|--------|
| G 0 5 B 19/18 | | | G 0 5 B 19/18 | S |
| B 2 3 Q 15/22 | | | B 2 3 Q 15/22 | |
| G 0 5 B 19/4155 | | | G 0 5 B 19/18 | M |

審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-69845

(22) 出願日 平成8年(1996)3月26日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 坂口 佳史

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社社内

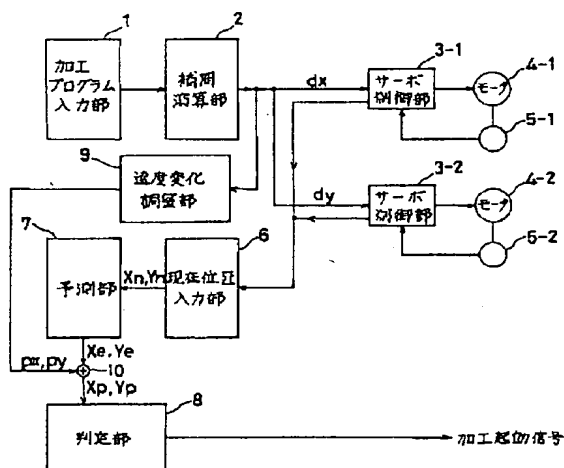
(74) 代理人 弁理士 山川 政樹

(54) 【発明の名称】 数値制御装置

(57) 【要約】

【課題】 加工経路の変化に伴う速度の急峻な変化に対しても正確な予測位置を求めることができるようにする。これにより、加工精度を高め、高速加工を可能として生産性を向上する。

【解決手段】 速度変化調整部9と加算部10とを設ける。補間演算部2からの移動指令 dx および dy を速度変化調整部9へ与える。移動指令 dx および dy に基づいて速度変化調整部9で算出した調整値 p_x および p_y を加算部10へ与える。予測部7において予測した移動位置 X_e および Y_e を加算部10へ与える。加算部10での加算結果 X_p ($X_p = X_e + p_x$) および Y_p ($Y_p = Y_e + p_y$) を予測位置として判定部8へ与える。判定部8は、加算部10からの予測位置 X_p 、 Y_p が目標位置に達した時点で加工起動信号を出力する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 加工部を動かしながら所定時間経過後の予測位置が目標位置に達した時点で加工起動信号を出力する数値制御装置において、

所定のサンプリング周期で移動指令を出力する移動指令出力手段と、

この移動指令出力手段からの移動指令を受けてモータを駆動しその移動指令に応じた位置に前記加工部を動かす駆動手段と、

前記加工部の現在位置を検出する現在位置検出手段と、

この現在位置検出手段により検出される前記加工部の現在位置に基づいて一定時間経過後の前記加工部の移動位置を予測する予測手段と、

前記移動指令出力手段からの移動指令を入力としこの移動指令の変化に応じて調整値を求める調整値導出手段と、

この調整値導出手段によって求められた調整値で前記予測手段により予測された移動位置を修正し予測位置とする修正手段と、

この修正手段からの予測位置が目標位置に達した時点で加工起動信号を出力する加工起動信号出力手段とを備えたことを特徴とする数値制御装置。

【請求項2】 X軸方向およびY軸方向へ加工部を動かしながら所定時間経過後の予測位置が目標位置に達した時点で加工起動信号を出力する数値制御装置において、所定のサンプリング周期でX軸方向およびY軸方向への移動指令を出力する移動指令出力手段と、

この移動指令出力手段からのX軸方向への移動指令を受けて第1のモータを駆動しその移動指令に応じた位置に前記加工部を動かす第1の駆動手段と、

前記移動指令出力手段からのY軸方向への移動指令を受けて第2のモータを駆動しその移動指令に応じた位置に前記加工部を動かす第2の駆動手段と、

前記加工部のX軸方向およびY軸方向における現在位置を検出する第1および第2の現在位置検出手段と、

前記第1および第2の現在位置検出手段により検出される前記加工部の現在位置に基づいて一定時間経過後の前記加工部のX軸方向およびY軸方向への移動位置を予測する予測手段と、

前記移動指令出力手段からのX軸方向およびY軸方向への移動指令を入力としこの移動指令の変化に応じて第1および第2の調整値を求める調整値導出手段と、

この調整値導出手段により求められた第1および第2の調整値で前記予測手段により予測されたX軸方向およびY軸方向への移動位置を修正し予測位置とする修正手段と、

この修正手段からの予測位置が目標位置に達した時点で加工起動信号を出力する加工起動信号出力手段とを備えたことを特徴とする数値制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、レーザ溶接加工機やレーザ溶接ロボット等の産業機械に使われる数値制御装置に関し、特に加工部を動かしながら所定時間経過後の予測位置が目標位置に達した時点でレーザ照射などの加工起動信号を高精度に出力する数値制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】一般に、レーザ溶接加工機やレーザ溶接ロボット等の産業機械では、プログラムで指定された溶接経路にしたがって加工部を動かし、その経路途中の特定の位置（目標位置）でレーザ照射を行い、溶接加工を行う。この場合、加工を高速に行うため、目標位置での停止は行わず、加工部を動かしながら溶接を行うという方法がとられる。

【0003】〔2軸のレーザ加工機〕図5は2軸（X、Y軸）のレーザ加工機に用いられる従来の数値制御装置のブロック図である。同図において、1は加工プログラム入力部、2は補間演算部、3-1、3-2はサーボ制御部、4-1、4-2はモータ、5-1、5-2は位置検出器、6は現在位置入力部、7は予測部、8は判定部である。

【0004】加工プログラム入力部1は溶接加工などの経路を記した加工プログラムを補間演算部2へ与える。加工プログラムは、X、Y平面における加工経路、および加工速度の情報からなる。加工経路はブロックデータと呼ばれる直線や円弧の指令単位の組合せで表されている。加工プログラム入力部1はブロックデータを補間演算部2に逐次供給する。

【0005】補間演算部2は、加工プログラム入力部1からの加工プログラムにしたがって、所定のサンプリング周期 t でX軸方向およびY軸方向への移動指令 dx および dy を演算して出力する。補間演算部2での処理を直線補間の場合を例にとり、簡単に説明する。

【0006】サンプリング周期を t 、X軸方向への送り速度を F_X 、Y軸方向への送り速度を F_Y としたとき、サンプリング時間 t 当たりの移動指令 dx 、 dy は、

$$dx = F_X \cdot t \quad \dots (1)$$

$$dy = F_Y \cdot t \quad \dots (2)$$

となる。移動指令 dx 、 dy の累積がブロックデータで指令された移動距離に達すると、そのブロックデータの補間演算を終了し、次のブロックデータを加工プログラム入力部1より取り込む。なお、サンプリング周期 t は、通常、数 $msec$ である。

【0007】補間演算部2からの移動指令 dx はサーボ制御部3-1へ与えられる。補間演算部2からの移動指令 dy はサーボ制御部3-2へ与えられる。サーボ制御部3-1は、移動指令 dx に応じて、モータ（X軸モータ）4-1の駆動を制御する。サーボ制御部3-2は、移動指令 dy に応じて、モータ（Y軸モータ）4-2の

駆動を制御する。これにより、図示せぬ加工部が、X軸方向およびY軸方向へ移動する。

【0008】この加工部のX軸方向およびY軸方向の現在位置は、位置検出器5-1および5-2により検出され、サーボ制御部3-1および3-2にフィードバックされる。すなわち、サーボ制御部3-1および3-2は、加工部のX軸方向およびY軸方向の現在位置をみながら、移動指令XおよびYに基づいてモータ4-1および4-2の駆動を制御する。なお、位置検出器5-1、5-2は、モータ3-1、3-2に取り付けたエンコーダ、あるいは機械の軸に取り付けたリニアスケール等が用いられる。

【0009】一方、現在位置入力部6には、サーボ制御部3-1および3-2を介して、位置検出器5-1および5-2により検出される加工部のX軸方向およびY軸方向の現在位置が入力される。現在位置入力部6はこの入力されるX軸方向およびY軸方向の現在位置をX_nおよびY_nとして予測部7へ送る。

【0010】予測部7は、現在位置X_n、Y_nを入力し、前回位置X_{n-1}、Y_{n-1}との差分に予め設定された時間Tを乗じて、T時間先の移動位置X_e、Y_eを予測*

$$X_e = X_n + \{(X_n - X_{n-1}) / t\} \cdot T \quad \dots (3)$$

$$Y_e = Y_n + \{(Y_n - Y_{n-1}) / t\} \cdot T \quad \dots (4)$$

【0013】〔特開平5-196454号公報〕上述した方式は特開平5-196454号公報にも示されている。図6はこの公報に示された絶対位置検出装置のブロック図である。この絶対位置検出装置は、移動体の絶対位置データをサンプリング周期毎に出力する絶対位置検出器11と、データ変化量検出手段12と、速度データ発生手段13と、時間計数手段14と、移動量演算手段15と、加算手段16とから構成されている。

【0014】データ変化量検出手段12は、絶対位置検出器11から出力された今回の絶対位置データ(X_n)と絶対位置検出器11から出力された前回の絶対位置データ(X_{n-1})との間のデータ変化量を検出する。速度データ発生手段13は、データ変化量検出手段12が検出したデータ変化量およびサンプリング周期(t)に基づいて速度データ(V = (X_n - X_{n-1}) / t)を発生*

$$PS = X_n + \{(X_n - X_{n-1}) / t\} \cdot T \quad \dots (5)$$

となり、先に示した(3)式や(4)式と一致する。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような従来の数値制御装置によると、加工経路の変化に伴う速度の急峻な変化に対して予測位置がずれる。すなわち、従来の数値制御装置では、サンプリング毎に計測された過去の位置情報から求められた速度情報に基づき、将来の位置を予測している。このため、速度に変化のない場合は問題ないが、変化がある場合は予測誤差を生じる。この結果、実際の加工位置が目標位置に対してずれ、加工精度が低下し、生産性が悪化するという問題が

*する。判定部8は、予測部7からの予測位置X_e、Y_eが予め設定された位置判定条件を満たすとき、レーザ照射のタイミングとなる加工起動信号を出力する。

【0011】判定部8での判定条件としては、例えば、目標加工経路上のレーザ照射の位置(目標位置)を示す座標(X_a、Y_a)が使われる。すなわち、レーザ照射の目標位置(X_a、Y_a)を予め判定条件として登録しておき、予測位置(X_e、Y_e)と目標位置(X_a、Y_a)とをサンプリング毎に比較し、予測位置(X_e、Y_e)が目標位置(X_a、Y_a)に達した時点、すなわち予測位置(X_e、Y_e)が目標位置(X_a、Y_a)と同じか若しくは通過した時点で、レーザ照射の加工起動信号を出力する。

【0012】予測部7は、現在位置X_n、Y_nを入力してから判定部8が加工起動信号を出力するまでに要する処理時間Tの間の加工部の移動量を補正するためのもので、現在位置X_n、Y_nと前回位置X_{n-1}、Y_{n-1}との差から速度を求め、これに時間Tを乗じたものを現在位置X_n、Y_nに加算するものである。この場合、tをサンプリング周期とすれば、予測位置X_e、Y_eは次式より求められる。

*する。時間計数手段14は、各サンプリングのサンプリング開始時点から位置データ出力要求信号が入力されるまでの時間(T)を計数する。移動量演算手段15は、速度データと時間計数手段14が計数した時間とから移動体の予測移動量データ(ΔX = V · T)を演算し、加算手段16は今回の絶対位置データと予想移動量データとを加算して位置データ出力要求信号が入力された時点の移動体の位置データPS(PS = X_n + ΔX)を出力する。

【0015】すなわち、サンプリング周期をt、サンプリング開始時点から位置データ出力要求信号が入力されるまでの時間をT、今回の絶対位置データをX_n、前回の絶対位置データをX_{n-1}とすると、位置データ出力要求信号が入力された時点の移動体の位置データPSは、

【0017】図7はこの模様を示すタイムチャートである。図7では、簡単のため、予測時間Tをサンプリング時間tと一致させ、1サンプル時間先の位置を予測した場合を示している。同図において、700、701、702、703は等速で加工部が移動している場合で、現在位置と予測位置とは一致する。704、705は速度が変化した場合を示しており、704、705に対する予測位置は704'、705'のようになずれる。

【0018】本発明はこのような課題を解決するためになされたもので、その目的とするところは、加工経路の

変化に伴う速度の急峻な変化に対しても正確な予測位置を求めることができるようにすることにより、加工精度を高めることの可能な、また高速加工を可能として生産性を向上することのできる数値制御装置を提供することある。

【0019】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成するために、本発明は、移動指令の変化に応じて調整値を求めるようにし、予測された移動位置をこの調整値で修正して予測位置とし、この予測位置が目標位置に達した時点で加工起動信号を出力するようにしたものである。この発明によれば、検出される現在位置に先んじて、位置の変化を捉え、これを予測位置に反映させることができる。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明を実施の形態に基づき詳細に説明する。図1はこの発明の一実施の形態を示す数値制御装置のブロック図である。同図において、図5と同一符号は同一或いは同等構成要素を示し、その説明は省略する。

【0021】この実施の形態では、図5に示した構成に対し、速度変化調整部9と加算部10とを追加した構成としている。そして、補間演算部2からの移動指令 dx および dy を速度変化調整部9へ与えるものとし、速度変化調整部9で算出した調整値 px および py （後述）を加算部10へ与える一方、予測部7において予測した移動位置 X_e および Y_e を加算部10へ与え、加算部10での加算結果 X_p （ $X_p = X_e + px$ ）および Y_p （ $Y_p = Y_e + py$ ）を予測位置として判定部8へ与えるようにしている。判定部8は、加算部10からの予測位置 X_p 、 Y_p を入力し、従来例と同様にして、加工起動信号の出力を判定する。

【0022】次に、速度変化調整部9および加算部10の機能を交えながら、この数値制御装置の動作について説明する。現在位置入力部6に現れる現在位置 X_n 、 Y_n の変化は、サーボ制御部3-1、3-2が移動指令 dx 、 dy を入力して、実際にモータ4-1、4-2が動いた結果である。これに対し、速度変化調整部9は、サーボ制御部3-1、3-2へこれから与えられようとする移動指令 dx 、 dy を入力する。したがって、移動指令 dx 、 dy に変化があった場合、その変化の影響が現

$$X_p = X_e + px = X_n + \{ (X_n - X_{n-1}) / t \} \cdot T + px \quad \cdots (7)$$

$$Y_p = Y_e + py = Y_n + \{ (Y_n - Y_{n-1}) / t \} \cdot T + py \quad \cdots (8)$$

となる。

【0028】図4は移動指令 dx がステップ状に変化した場合を示すタイムチャートである。同図(a)において、401~408は移動指令 dx を示し、403から404において速度がステップ状に変化している。同図

* 在位置入力部6に現れる前に先んじて、速度変化調整部9により予測位置 X_p 、 Y_p に反映させることが可能である。

【0023】図2は速度変化調整部9における調整値 px の生成処理部を示すブロック図である。同図において、9-1は速度変化検出部、9-2はフィルタ部である。速度変化検出部9-1は、今回の移動指令 dx_n を入力し、前回の移動指令 dx_{n-1} との差分をとることにより移動指令 dx の変化 ax を出力する。フィルタ部9-2は、サーボ制御部3-1の応答特性に応じた特性を持つフィルタであり、変化 ax を入力し、今回の調整値 px_n を出力する。

【0024】図3は図2に示した速度変化調整部9における調整値 px の生成処理の一例を示すフローチャートである。速度変化検出部9-1は、今回の移動指令 dx_n を入力し（ステップS301）、前回の移動指令 dx_{n-1} との差分から変化 ax を求める（ステップS302）。なお、変化 ax を求めた後、次の回のステップS302で用いるために、今回の移動指令 dx_n を前回の移動指令 dx_{n-1} とする（ステップS303）。

【0025】フィルタ部9-2は、速度変化検出部9-1からの変化 ax を入力し（ステップS304）、前回の調整値 px_{n-1} に係数 $K1$ を乗じ、変化 ax に係数 $K2$ を乗じ、 $K1 \cdot px_{n-1}$ と $K2 \cdot ax$ との和として今回の調整値 px_n を求める（ステップS305）。なお、調整値 px_n を求めた後、次の回のステップS305で用いるために、今回の調整値 px_n を前回の調整値 px_{n-1} とする。これは、サーボ制御部3-1の応答特性を1次近似して1次フィルタとして近似した場合に当たる。

【0026】係数 $K1$ は、1次フィルタの時定数 T_m とサンプリング時間 t より、 $K1 = \exp(-t/T_m) \quad \cdots (6)$ により設定する。また、係数 $K2$ は、速度変化の影響を予測位置にどの程度、反映させるかを定めるゲインである。

【0027】加算部10は、予測部7からの移動位置 X_e および Y_e と速度変化調整部9からの調整値 px および py を入力し、これらの和として予測位置 X_p および Y_p を求める。この結果、判定部8に入力される予測位置 X_p 、 Y_p は、

$$X_p = X_e + px = X_n + \{ (X_n - X_{n-1}) / t \} \cdot T + px \quad \cdots (7)$$

$$Y_p = Y_e + py = Y_n + \{ (Y_n - Y_{n-1}) / t \} \cdot T + py \quad \cdots (8)$$

(b)において、411~418は変化 ax を示し、414で速度がステップ状に変化したのを捉えている。同図(c)において、421~428は調整値 px の一例を示し、424より指数的に減衰する応答が得られる。

同図(d)において、431~436は予測位置 X_p で

あり、444、445、446は予測部7の出力する移動位置 X_e である。この場合、移動位置444、445、446に調整値 p_x として424、425、426が加算された結果として、予測位置434、435、436が得られている。

【0029】なお、この実施の形態では、2軸レーザ加工機を例にとって説明したが、X軸方向あるいはY軸方向のみも加工部を動かす1軸構成の産業機械であってもよく、さらに多軸の産業機械でも同様にして適用することが可能である。

【0030】

【発明の効果】以上説明したことから明かなように本発明によれば、移動指令の変化に応じて調整値を求めるようにし、予測された移動位置をこの調整値で修正して予測位置とし、この予測位置が目標位置に達した時点で加工起動信号を出力するようにしたので、検出される現在位置に先んじて、位置の変化を捉え、これを予測位置に反映させることができるようになり、加工経路の変化に伴う速度の急峻な変化に対しても正確に予測位置を求めることができ、加工精度を高めることが可能となる。また、速度変化がある場合でも従来に比べて精度が得られるようになるため、さらに速度を上げた加工（高速加工）が可能となり、生産性を向上することができる＊

＊ようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施の形態を示す数値制御装置のブロック図である。

【図2】 この数値制御装置の速度変化調整部における調整値 p_x の生成処理部を示すブロック図である。

【図3】 図2に示した速度変化調整部における調整値 p_x の生成処理の一例を示すフローチャートである。

【図4】 移動指令 d_x がステップ状に変化した場合を示すタイムチャートである。

【図5】 2軸のレーザ加工機に用いられる従来の数値制御装置のブロック図である。

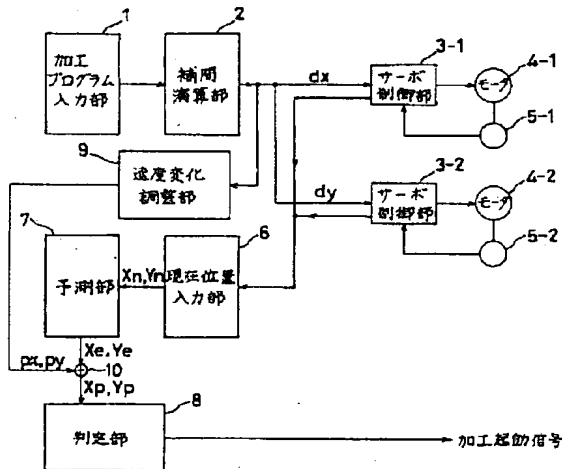
【図6】 特開平5-196454号公報に示された絶対位置検出装置のブロック図である。

【図7】 従来の数値制御装置において加工経路の変化に伴う速度の急峻な変化に対して予測位置がずれる模様を示すタイムチャートである。

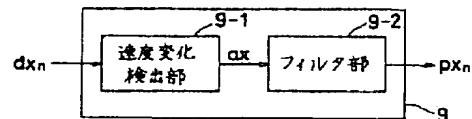
【符号の説明】

1…加工プログラム入力部、2…補間演算部、3-1、3-2…サーボ制御部、4-1、4-2…モータ、5-1、5-2…位置検出器、6…現在位置入力部、7…予測部、8…判定部、9…速度変化調整部、10…加算部。

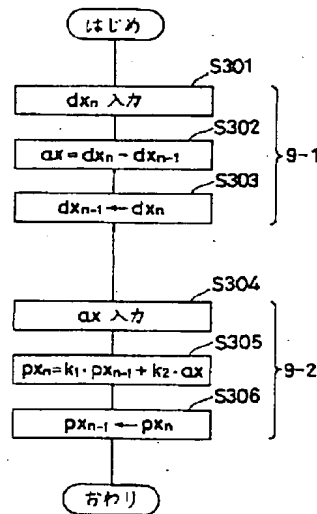
【図1】



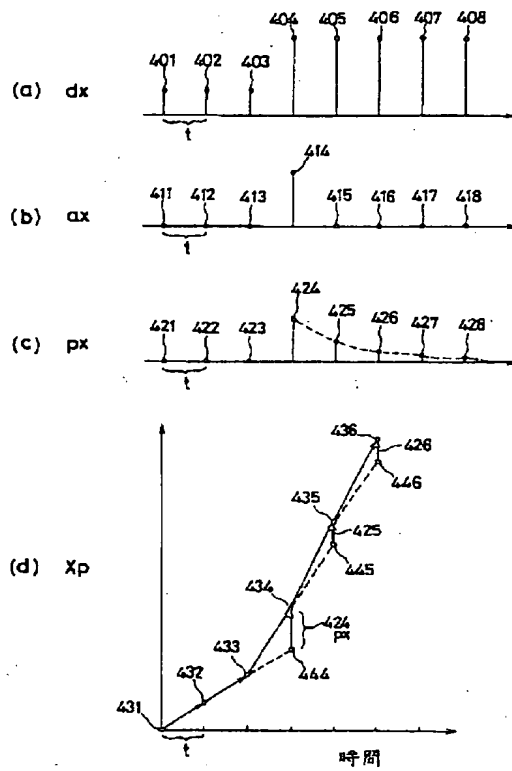
【図2】



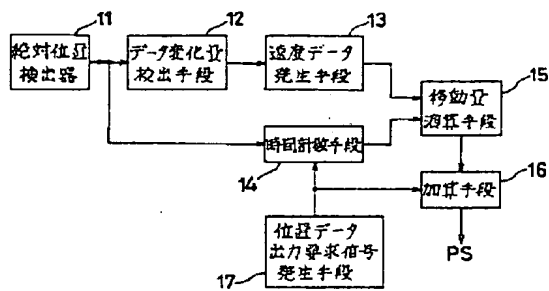
【図3】



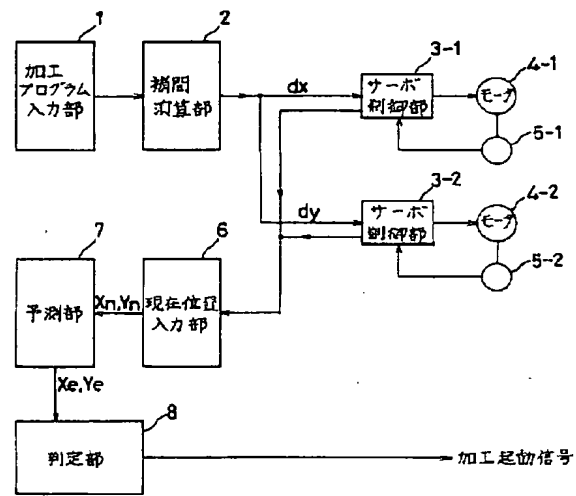
【図4】



【図6】



【図5】



【図7】

